



Verkenning Veilige Vecht

Rapportage Duurzaamheid



**Drents
Overijsselse
Delta**

 uw waterschap

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1. Functie rapport	3
1.2. Project Veilige Vecht	3
1.3. Leeswijzer	7
2. Beschrijving onderzochte maatregelen	8
3. Wettelijk kader en beleidskader	12
3.1. Nationaal en Europees	12
3.2. Waterschap	12
4. Huidige situatie en autonome ontwikkeling	14
4.1. Huidige situatie	14
4.2. Autonome ontwikkelingen	14
5. Methodiek	15
5.1. Milieu Kosten Indicator	15
5.2. Relevante ingreep-effectrelaties	15
5.3. Methodiek	16
6. MKI-resultaten op bouwsteenniveau	18
6.1. MKI (A) - resultaten	18
6.2. Mogelijkheden tot optimalisatie	20
7. Afweging kansrijke alternatieven	21

1. Inleiding

1.1. Functie rapport

Dit rapport beschrijft de effecten van de bouwstenen voor de verkenning Veilige Vecht op het thema Duurzaamheid door de milieukostenindicator (MKI) te bepalen. De MKI is een methode waarin over de levensduur van producten of projecten elf milieu-effecten worden uitgerekend en gewogen. Hierdoor kan een vollediger berekening gemaakt worden van de milieu-effecten die een project veroorzaakt. De effecten die onder MKI vallen zijn:

- Uitputting van abiotische grondstoffen.
- Uitputting van fossiele energiedragers.
- Klimaatsverandering.
- Aantasting ozonlaag.
- Fotochemische oxidantvorming.
- Verzuring.
- Vermesting.
- Humane toxiciteit.
- Zoetwater aquatische ecotoxiciteit.
- Mariene aquatische ecotoxiciteit.
- Terrestrische ecotoxiciteit.

Duurzaamheid is een breder begrip dan enkel MKI- of CO₂-uitstoot en materiaalgebruik. Ook ecologie, ruimtelijke kwaliteit, water en bodem vallen hieronder. Deze aspecten van duurzaamheid worden onderzocht in respectievelijk het deelrapport ecologie, de deelrapporten landschap, cultuurhistorie en gebruiksfuncties, de deelrapporten oppervlaktewater en grondwater, en het deelrapport bodem.

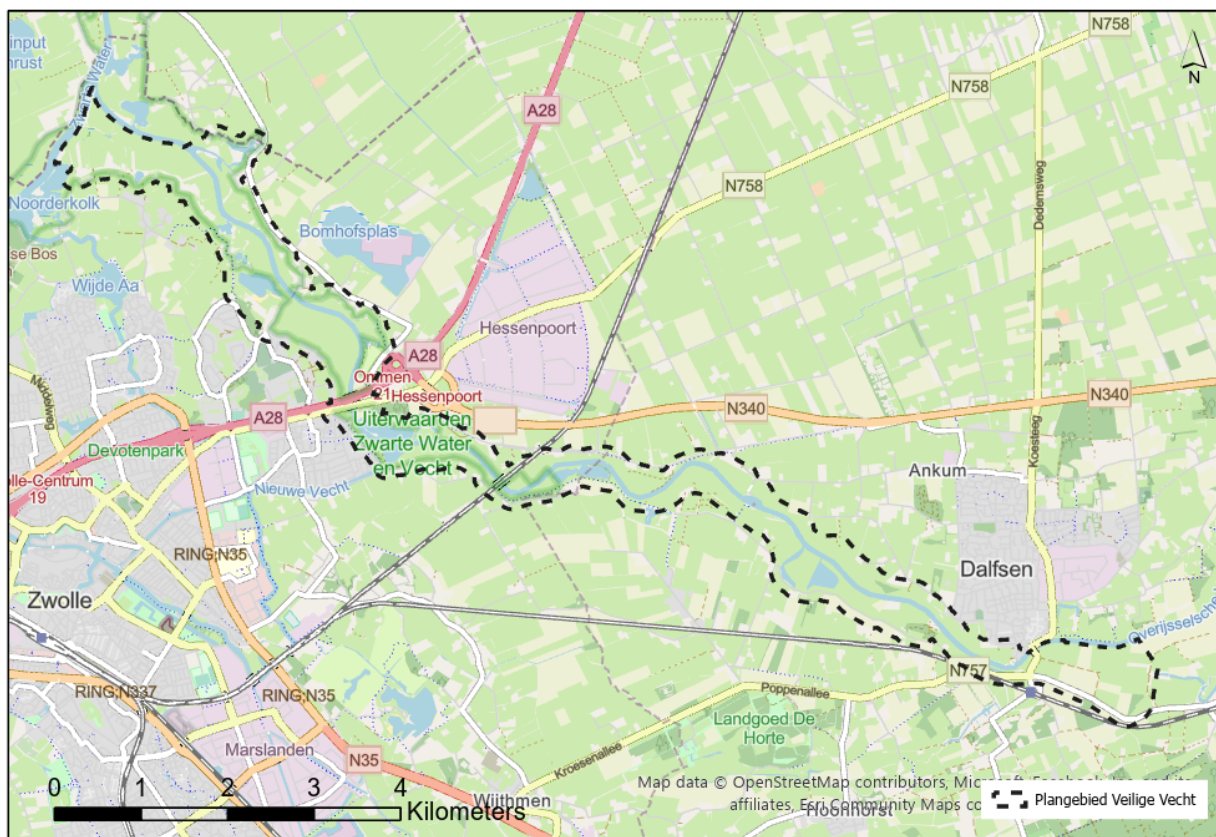
1.2. Project Veilige Vecht

Aanleiding

De Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle moeten worden versterkt om het gebied achter de dijken te beschermen tegen overstromingen. Dat was aanleiding om het project Veilige Vecht te starten, zoals aangekondigd in het startdocument (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2020a). In dit project onderzoekt Waterschap Drents Overijsselse Delta wat er precies moet gebeuren om de dijken veilig te maken. De dijken moeten in 2050 weer voldoen aan de eisen.

De Waterwet schrijft voor dat de dijken regelmatig worden beoordeeld om te onderzoeken of deze voldoen aan de wettelijke waterveiligheidsnormen. Uit deze beoordeling blijkt dat de noordelijke en zuidelijke Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle niet aan de wettelijke normen voldoen. Het Waterschap Drents Overijsselse Delta is verantwoordelijk voor het tijdig realiseren van de waterveiligheid zodat de dijken weer aan de wettelijke normen voldoen. Zo zorgt Waterschap Drents Overijsselse Delta voor waterveiligheid voor inwoners van Zwolle, Dalfsen, een groot deel van Salland en het achterland aan de noordzijde van de Vecht. Het waterschap is daarom een verkenning gestart naar mogelijke maatregelen om de waterveiligheid tussen Dalfsen en Zwolle te verbeteren. Dit project maakt onderdeel uit van het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP).

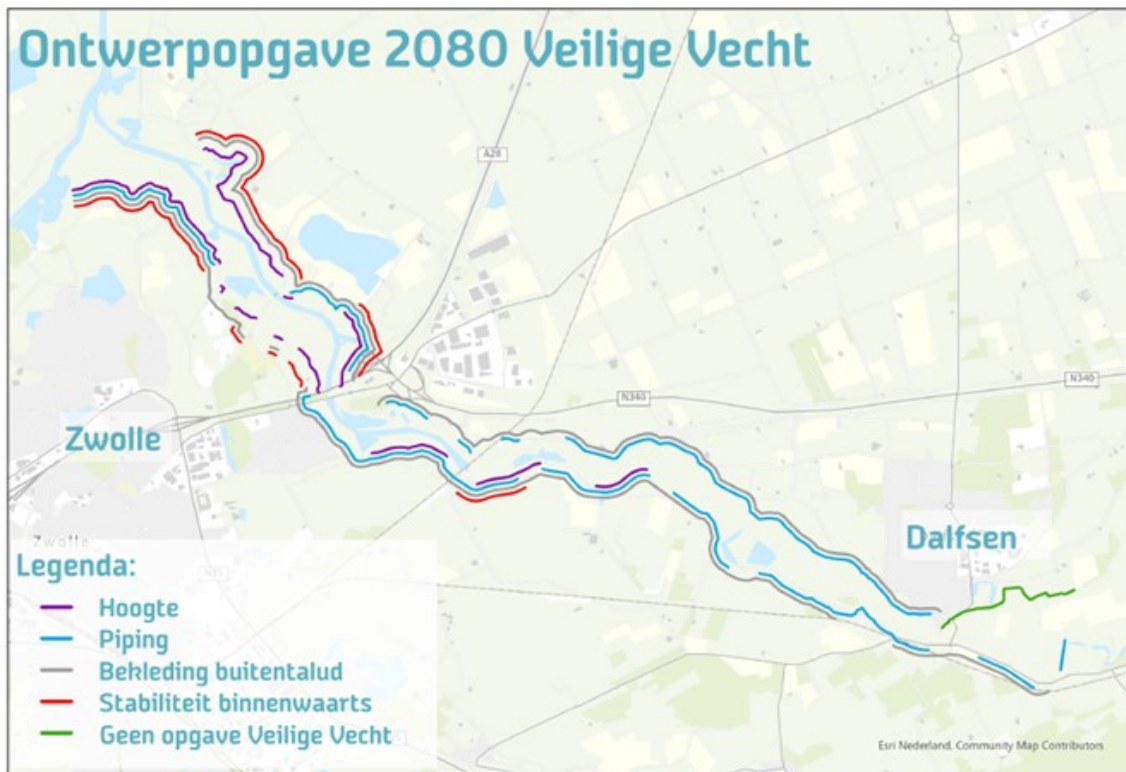
Het plangebied voor het vervolg van het project Veilige Vecht is weergegeven in figuur 1-1. Het plangebied loopt aan de noordzijde van het gemeentehuis in Dalfsen tot de gemeentegrens Zwolle-Zwartewaterland tussen Haerst en Genne (dijkpaal 11,9 tot 27,1). Aan de zuidzijde loopt het van de Rechterensedijk tot de monding van het Zwartewater bij Langenholte (dijkpaal 112,6 tot 95,3), zowel aan de noord- als aan de zuidkant van de oever van de Vecht (buitendijks) tot circa 100 meter binnendijks. Het waterfront Dalfsen ligt ook in het plangebied, maar hier wordt in een ander project aan gewerkt dus het is geen onderdeel van Veilige Vecht. Het waterfront Dalfsen ligt ook in het plangebied, maar hier wordt in een ander project aan gewerkt dus het is geen onderdeel van Veilige Vecht. De stadsdijken van Zwolle liggen buiten het plangebied.



Afbeelding 1-1 Plangebied Veilige Vecht




Opgaven voor de Vechtdijken

In 2017 zijn de Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle beoordeeld en in 2022 is de opgave geactualiseerd (op basis van nieuwe modellen en nieuwe inzichten over grasbekleding op zanddijken). Hieruit blijkt dat een groot deel van deze twee dijken niet sterk en/of hoog genoeg is en daarmee niet voldoet aan de normen. De Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle moeten versterkt worden omdat ze niet voldoen qua piping, bekleding, stabiliteit en hoogte (zie afbeelding 1-2). Afbeelding 1-3 deze zogenoemde faalmechanismen toe. Afbeelding 1-2 laat zien dat de opgaven niet langs de hele lengte van de Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle spelen. Paragraaf 2.2 t/m 2.23 geven voor elk deeltraject aan welke opgaven er spelen.



Afbeelding 1-2 Waterveiligheidsopgave voor Vechtdijk Dalfsen-Zwolle

Faalmechanismen

	<p>Hoogte: overloop en golfoverslag De dijk is niet hoog genoeg. Doordat er teveel water over de dijk stroomt kunnen de kruin en het binnentalud eroderen waardoor de dijk bezwijkt.</p>
	<p>Piping Tijdens hoogwater ontstaan kanaaltjes (zandmeevoerende wellen) onder de dijk. Hierdoor kan water dat onder de dijk doorstroomt zand meevoeren, waardoor de dijk verzwakt en vervolgens bezwijkt.</p>
	<p>Stabiliteit binnenwaarts: afschuiving van het binnentalud De dijk is niet stabiel genoeg om weerstand te kunnen bieden bij hoogwater, waardoor delen van de dijk aan de landzijde kunnen afschuiven en de dijk bezwijkt.</p>
	<p>Bekleding: erosie door beschadiging van bekleding Door stroming en golven kan de grasbekleding beschadigd raken. De dijk kan bezwijken, doordat het onderliggende zand weg erodeert.</p>

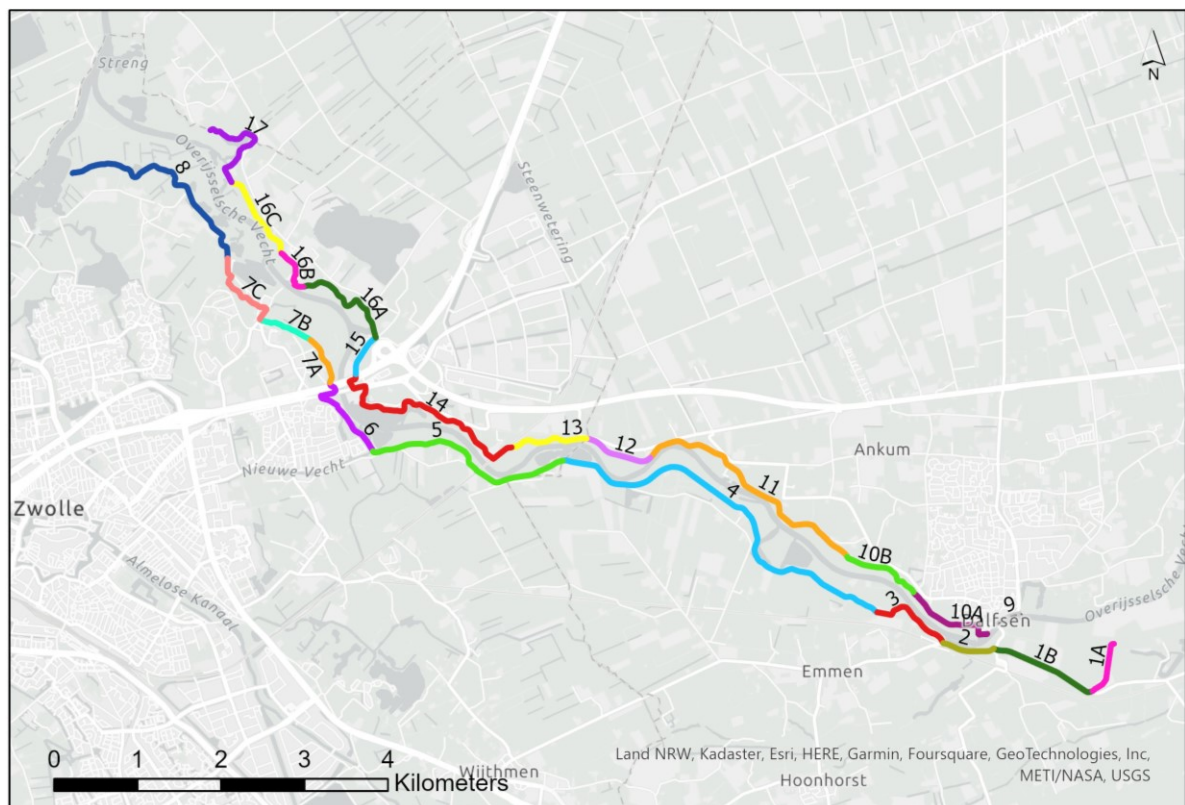
Afbeelding 1-3 Toelichting faalmechanismen

Deeltrajecten

De Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle zijn ingedeeld in deeltrajecten met vergelijkbare opgaven en kenmerken. Per deeltraject zijn verschillende alternatieven onderzocht. Het project hanteert de volgende deeltrajecten (zie de kaart in afbeelding 1-4):

- 1 Rechtersenedijk
 - 1A - Rechtersenedijk A
 - 1B - Rechtersenedijk B

- 2 Poppenallee
- 3 Recreatiewoningen zuidelijke Vechtdijk
- 4 Zuidelijke Vechtdijk
- 5 De Maatgraven
- 6 Berkum
- 7 Bruggenhoek-Agnietenberg
 - 7A - Bruggenhoek-Agnietenberg A
 - 7B - Bruggenhoek-Agnietenberg B
 - 7C - Bruggenhoek-Agnietenberg C
- 8 Langenholte
- 9 Dalfsen Oostelijke Vechtkade (**geen opgave**)
- 10 Dorpskern Dalfsen-RWZI
 - 10A - Dorpskern Dalfsen-RWZI A
 - 10B - Dorpskern Dalfsen-RWZI B
- 11 RWZI-Vechterweerd-de Broekhuizen
- 12 Hessenweg-de Broekhuizen
- 13 Hessenweg-spoorwegovergang
- 14 Spoorbrug-A28
- 15 Jachthaven
- 16 Haerst
 - 16A - Haerst A
 - 16B - Haerst B
 - 16C - Haerst C
- 17 De Zijlolk



Afbeelding 1-4 Deeltrajecten Veilige Vecht

1.3. Leeswijzer

Onderstaande tabel 1-1 toont de opbouw van het rapport:

Hoofdstuk	Geeft antwoord op de vraag
1. Inleiding	Wat staat er in het rapport?
2. Beschrijving te onderzoeken maatregelen	Welke maatregelen zijn er mogelijk nodig?
3. Wettelijk en beleidskader	Wat zijn de geldende kaders en richtlijnen voor Duurzaamheid?
4. Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	Hoe ziet de milieusituatie er nu en straks uit voor Duurzaamheid?
5. Methodiek	Hoe onderzoeken we de effecten op Duurzaamheid?
6. MKI-resultaten op bouwsteenniveau	Welke effecten hebben de bouwstenen op Duurzaamheid?
7. Advies afweging kansrijke alternatieven	Wat is vanuit duurzaamheidsoogpunt het advies voor de afweging van de kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief?
8. Mitigatie en compensatie	Welke maatregelen kunnen we nemen om de milieueffecten te voorkomen of te beperken?
9. Aandachtspunten voor de planuitwerking	Welke openstaande vragen en aandachtspunten zijn er voor de volgende fase van het project?
10. Referenties	Welke bronnen zijn er gebruikt voor het samenstellen van dit rapport?

Tabel 1-1 Leeswijzer rapport

2. Beschrijving onderzochte maatregelen

De dijkversterking moet een aantal opgaven oplossen (zie paragraaf 1.2): hoogte, stabiliteit, piping en bekleding. Per opgave (ook wel faalmechanisme) zijn verschillende oplossingen mogelijk: we noemen dit bouwstenen. Onderstaande paragrafen beschrijven welke bouwstenen mogelijk zijn voor elk van de vier opgaven.

Piping

Voor de pipingopgave zijn vier bouwstenen mogelijk:

- Voorlandverbetering.
- Verticale voorziening.
- Pipingberm.
- Dieploegen.

De bouwstenen zijn hieronder één voor één toegelicht. Belangrijk verschil is dat voorlandverbetering als enige bouwsteen aan de rivierzijde van de dijk plaatsvindt. De andere bouwstenen vinden plaats in de dijk of aan de landzijde van de dijk.

Voorlandverbetering

Bij een voorlandverbetering wordt klei ingegraven in de grond en afgedekt met een leeflaag (bodemlaag, geschikt voor plantleven). De voorlandverbetering heeft als doel de kwelweglengte (de afstand die het water onder de dijk door aflegt) te verlengen. Hoe groter de kwelweglengte namelijk is, hoe lager de druk en snelheid waarmee water onder de dijk door kan stromen. Daardoor kan het water minder zand onder de dijk door meevoeren. Deze bouwsteen wordt aan de rivierzijde van de dijk (in de uiterwaarden) toegepast. De maatregel vindt ondergronds plaats, er vindt geen verhoging van de uiterwaarden plaats. Grasland wordt op de voorlandverbetering hersteld, maar bomen mogen er niet worden (terug)geplaatst. Hoe ver richting de rivier voorlandverbetering nodig is, is afhankelijk van de omvang van de pipingopgave.



Verticale voorziening

Een verticale voorziening tegen piping heeft als doel het voorkomen van het meevoeren van zand onder de dijk door. Een verticale voorziening tegen piping kent verschillende vormen. In deze verkenning is het uitgangspunt een kunststof damwand. Een damwand die geen water doorlaat is het uitgangspunt in de verkenning, omdat dit de worst-case effecten in beeld brengt. Er zijn alternatieve verticale voorzieningen die wel water doorlaten en daardoor minder negatieve effecten hebben. In de planuitwerking onderzoekt het waterschap op welke plekken het nodig is om een waterdoorlatend scherm toe te passen.

De verticale voorziening wordt binnen de huidige dijk aangebracht en is daardoor niet zichtbaar.

verticale voorziening



Pipingberm

Net als de voorlandverbetering, heeft een pipingberm als doel de kwelweglengte (de afstand die het water onder de dijk door aflegt) te verlengen. Hoe langer de kwelweglengte namelijk is, hoe lager de druk en snelheid waarmee water onder de dijk door kan stromen. Daardoor kan het water minder zand onder de dijk door meevoeren. Een pipingberm van grond wordt aan de landzijde aangebracht, en vormt een verhoging in het landschap. Hoe ver de berm zich vanaf de dijk richting de landzijde uitstrekt en hoe hoog de pipingberm moet zijn, is afhankelijk van de omvang van de pipingopgave.

pipingberm



Diepploegen

Diepploegen vindt aan de landzijde en deels onder de dijk plaats, in een strook van circa 8 meter breed parallel aan de dijk. In deze strook wordt de grond tot circa 1,5 à 2 meter gemengd. Hierdoor zijn er geen aparte kleilaagjes meer tussen het zand, maar is er één mengsel van zand en klei. Hierdoor ontstaan geen kanaaltjes onder de dijk omdat de kanaaltjes zichzelf weer vullen met zand. Omdat diepploegen deels onder de dijk plaatsvindt, wordt een gedeelte van de dijk eerst afgegraven. Na afloop van het diepploegen wordt de dijk hersteld en wordt aan de landzijde onderaan de dijk een kleine hoeveelheid extra grond aangebracht.

diepploegen



Bekleding

Voor de bekledingsopgave zijn twee bouwstenen mogelijk:

- Erosiebuffer van zand.
- Gras op klei.

De erosiebuffer kan zowel aan de rivier- als landzijde aangebracht worden. Gras op klei vindt altijd aan de rivierzijde plaats.

Erosiebuffer van zand

Er wordt extra grond tegen de dijk aangelegd, waardoor de dijk extra groot is. Hierdoor mag een deel van de dijk tijdens hoogwaterperiodes wegspoelen, zonder dat de veiligheid van de dijk vermindert. Het zandvolume kan zowel aan de rivierzijde als aan de landzijde worden aangebracht.

overdimensionering (zand)



Gras op klei

Bij deze maatregel wordt de bekleding van de dijk aan de rivierzijde versterkt. De versterking bestaat uit het (ondergronds) aanbrengen van een kleilaag op de dijk, met daarop gras. Klei spoelt namelijk minder snel weg dan zand. De omvang van de dijk neemt niet toe, er wordt materiaal van de dijk afgegraven en vervangen door klei.



Stabiliteit

Voor de stabiliteitsopgave zijn drie bouwstenen mogelijk:

- Taludverflauwing.
- Steunberm.
- Verticale voorziening.

Alle drie de maatregelen vinden plaats in de dijk of aan de landzijde van de dijk.

Taludverflauwing

Bij een taludverflauwing wordt de helling van de dijk flauwer gemaakt door extra grond tegen de dijk aan te brengen. Het gewicht van deze extra grond zorgt ervoor dat de dijk aan de binnenzijde niet meer afschuift tijdens hoogwater. Deze bouwsteen vindt aan de landzijde plaats en kan alleen bij een kleinere stabiliteitsopgave gebruikt worden.



Steunberm

Een steunberm heeft als doel een extra gewicht te vormen tegen de onderkant van de dijk aan, zodat de dijk aan de landzijde niet meer afschuift tijdens hoogwater. De steunberm wordt aan de landzijde aangebracht en vormt een verhoging in het landschap. Hoe ver de berm zich vanaf de dijk richting de landzijde uitstrekt en hoe hoog de steunberm moet zijn, is afhankelijk van de omvang van de stabiliteitsopgave.



Verticale voorziening

Een verticale voorziening voor stabiliteit heeft als doel het stabiliseren van de kruin van de dijk (de bovenkant) en het binnentalud (het schuine vlak aan de landzijde). Een verticale voorziening voor stabiliteit kent verschillende vormen. In deze verkenning is het uitgangspunt een stalen damwand. Deze wordt binnen de huidige dijk aangebracht, en is daardoor niet zichtbaar. Indien nodig (bijvoorbeeld vanwege ongewenste effecten op grondwaterstromen) kan de stalen damwand worden vervangen door een meer innovatieve techniek die meer water doorlaat.



Hoogte

Voor de hoogteopgave zijn twee bouwstenen mogelijk:

- Hoogteopgave in binnenwaartse richting oplossen.
- Hoogteopgave in buitenwaartse richting oplossen.

Als de dijk hoger moet worden, betekent dit dat hij ook breder moet worden, omdat hij anders niet stabiel is.

HOOGTE

binnen/buiten/compact



Hoogteopgave in binnenwaartse richting oplossen

Het verhogen van de dijk waarbij de dijk aan de binnenzijde (landzijde) breder wordt. Aan de rivierzijde verandert de dijk niet. De dijk wordt verhoogd met grond.

Hoogteopgave in buitenwaartse richting oplossen

Het verhogen van de dijk waarbij de dijk aan de buitenzijde (rivierzijde) breder wordt. Aan de landzijde verandert de dijk niet. De dijk wordt verhoogd met grond.

3. Wettelijk kader en beleidskader

Dit hoofdstuk beschrijft de geldende wettelijke kaders en beleidskaders specifiek voor Duurzaamheid. Het maakt onderscheid tussen wetten, beleidsstukken en richtlijnen op nationaal niveau (van het Rijk) en op regionaal niveau (van provincie, gemeentes en het waterschap).

3.1. Nationaal en Europees

Wet / beleid / richtlijn	Status en datum	Uitleg en relevantie
Europese klimaatwet	Geldend vanaf 29 juli 2021	Doelstelling Europa klimaatneutraal in 2050, en 55% reductie t.o.v. 1990 in 2030
Klimaatwet	Geldend vanaf 2 maart 2022 (wet van 2 juli 2019)	Doelstelling Nederland broeikasgasemissie 95% reductie t.o.v. 1990 in 2050 en 49% reductie t.o.v. 1990 in 2030, en volledig CO2-neutrale elektriciteitsproductie in 2050
VN-Klimaatakkoord van Parijs	Geratificeerd op 5 oktober 2016. In werking sinds 4 november 2016	De gemiddelde mondiale temperatuurstijging moet behoorlijk onder 2°C blijven, met inspanningen om de stijging verder te beperken tot 1,5°C
Rijksbrede programma Nederland Circulair in 2050	September 2016 gepubliceerd	volledig circulaire economie in Nederland in 2050 door efficiënter gebruik van grondstoffen, inzet duurzaam geproduceerde, hernieuwbare en algemeen beschikbare grondstoffen en circulair ontwerpen
Coalitieakkoord	15 december 2021 gepresenteerd	Aanscherping doel 2030 in de Klimaatwet tot tenminste 55% CO2 reductie. Beleid op circa 60% in 2030
Programma Schoon en Emissieloos Bouwen	Lopend	Natuur: ambitie 60% stikstofreductie in de bouw 2030 (t.o.v. 2018). Klimaat: doelstelling reductie CO2-uitstoot mobiele werktuigen 0,4 Mton (t.o.v. 2019) en de ambitie Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuurprojecten (KCI). Gezondheid: doelstelling 75% minder gezondheidsschade in 2030 (t.o.v. 2016) en uitfaseren werktuigen zonder roetfilter en een hoge stikstofuitstoot.
Programmatische aanpak duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit in het HWBP	24 maart 2020 gepresenteerd	Programma binnen het HWBP om op een efficiënte wijze te zorgen dat duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit geborgd zijn in de processen en werkwijze van het HWBP.
Roadmap Duurzame dijkversterkingen	11 augustus 2022 gepresenteerd	Stappenplan voor het duurzaam versterken van dijken, onderdeel van bovenstaande programmatische aanpak duurzaamheid in het HWBP

Tabel 3-1 Overzicht wetten, beleidsstukken en richtlijnen op nationaal en Europees niveau

3.2. Waterschap

Beleid / richtlijn	Status en datum	Uitleg en relevantie
WV 2020-2026 en WBP H1	Geldend	WDODelta streeft ernaar in 2025 energieneutraal te zijn
WV 2020-2026 en WBP H2	Geldend	WDODelta streeft bij taakuitvoering in 2030 naar 49% broeikasgas reductie t.o.v. 1990

Beleid / richtlijn	Status en datum	Uitleg en relevantie
WV 2020-2026 en WBP H4	Geldend	In 2030 samen met gebiedpartners CO2-reductie in veenweidegebied NW Overijssel
WV 2020-2026 en WBP J1	Geldend	2030 50% minder primaire grondstoffen t.o.v. 2019. DGWW en MKI optimalisatie
WV 2020-2026 en WBP J2	Geldend	Reductie restafval bedrijfsvoering en bij vervanging assets, afvalstromen incl. maaisel, bagger. Zoveel mogelijk hoogwaardig hergebruik/recycling.
AB	Geldend, maart 2022	Minimale maatschappelijke kosten. CO2-schaduwprijs en MKI-optimalisatie
Duurzaam DOEN	Geldend, 2017 AB jan	Toepassen instrumenten Aanpak DuurzaamGWV incl. Omgevingswijzer, Ambitieweb, CO2-prestatieladder
Inkoopbeleid	Geldend, 2017	Gecertificeerd hout
Inkoopbeleid	Geldend, 2019 AB feb	HVO diesel
Duurzaam DOEN	Geldend, maart 2022	Laagste maatschappelijke kosten, pas MKI toe

Tabel 3-2 Overzicht wetten, beleidstukken en richtlijnen op regionaal niveau

4. Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie en autonome ontwikkelingen rondom de Vechtdijken specifiek voor het thema Duurzaamheid.

De huidige situatie betreft de situatie in het jaar 2022. De autonome ontwikkelingen zijn beschreven tot het referentiejaar 2030, omdat na 2030 de ontwikkelingen onvoldoende zeker en concreet zijn om mee te nemen in de referentiesituatie.

4.1. Huidige situatie

In de huidige situatie, het jaar 2022, worden er geen versterkingswerkzaamheden uitgevoerd aan de betreffende dijken. Er vindt dus geen uitstoot plaats door uitvoering van versterkingswerkzaamheden. Er vindt alleen uitstoot plaats tijdens onderhoudswerkzaamheden.

4.2. Autonome ontwikkelingen

Op gebied van duurzaamheid spelen er verschillende autonome ontwikkelingen die relevant zijn voor dit project:

1. Over het algemeen worden productieketens steeds duurzamer. Bijvoorbeeld door de toename van het aandeel hernieuwbare energie wordt de elektriciteitsmix in Nederland steeds duurzamer. Dit soort effecten zullen ervoor zorgen dat de CO₂-uitstoot, en de MKI, in de toekomst naar alle waarschijnlijkheid zullen dalen. De huidige Europese en nationale wetgeving en doelstellingen gaan uit van volledige klimaatneutraliteit in 2050 (zie wettelijk kader). Hier wordt géén rekening mee gehouden in de NMD bepalingsmethode.
2. Bouwmaterieel wordt steeds duurzamer. Er is sprake van een toename van schonere verbrandingsmotoren en brandstoffen. Daarnaast neemt het aandeel en de investering in elektrisch bouwmaterieel toe. Rijkswaterstaat verwacht dat een 100% overgang naar zero-emissie voor licht materieel rond 2030 mogelijk is (<56kW) en voor zwaarder materieel vanaf 2035 (>56kW)¹.
3. Uitvragen met duurzaamheidseisen of -EMVI-criteria wordt steeds normaler. Steeds meer aannemers zullen goed kunnen omgaan met duurzaamheidseisen of MKI-berekeningen, inclusief kleinere partijen.

¹ Roadmap Weg-, Dijk- en Spoormaterieel (WDSM): <https://www.duurzame-infra.nl/roadmaps>

5. Methodiek

Omdat er geen norm bestaat voor geoorloofde milieu-impact voor elk van de bouwstenen, geven we de MKI-resultaten per bouwsteen weer, gegroepeerd per opgave. Deze resultaten gebruiken we om bouwstenen onderling te vergelijken. We hebben dus géén beoordelingskader opgesteld voor dit thema.

5.1. Milieu Kosten Indicator

In het onderzoek duurzaamheid is rekening gehouden met de Milieu Kosten Indicator (MKI). Anders dan voor de meeste effecten, wordt voor duurzaamheid de systeemgrens niet beperkt tot de projectlocatie. MKI houdt rekening met de gehele levensduur; milieueffecten kunnen plaatsvinden tijdens de uitvoering van het werk, maar ook tijdens de extractie van grondstoffen, het produceren van materialen, transport, installatie, gebruik en einde levensduur. Binnen de MKI worden verschillende milieueffecten meegewogen, zie tabel 5-1.

Milieu-impact categorie	Indicator	Eenheid
Uitputting van abiotische grondstoffen, ex fossiele energiedragers	ADP-elementen	kg Sb eq
Uitputting van fossiele energiedragers	ADP-brandstof	kg Sb eq
Klimaatverandering	GWP-100j	kg CO2 eq
Ozonlaagaantasting	ODP	kg CFC-11 eq
Fotochemische oxidantvorming	POCP	kg C2H4
Verzuring	AP	kg SO2 eq
Vermesting	EP	kg PO4--- eq
Humaan-toxicologische effecten	HTP	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater)	FAETP	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zeewater)	MAETP	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicologische effecten, terrestrisch	TETP	kg 1,4-DB eq

Tabel 5-1 Impact categorieën meegewogen in MKI

5.2. Relevante ingreep-effectrelaties

Tabel 5-2 beschrijft voor het thema Duurzaamheid de mogelijke effecten van de verschillende bouwstenen. Vergeleken met de huidige situatie, vinden er meer milieueffecten plaats wanneer het project wordt uitgevoerd. Om de effecten hiervan te beoordelen vergelijken we niet alleen met de huidige situatie, maar vergelijken we ook de bouwstenen onderling.

De MKI valt op te delen in twee categorieën: MKI (A) en MKI (B):

- MKI (A): nadruk op LCA-fase A, door toepassing materialen in Aanlegfase (gehele levensduur, incl. grondstofwinning, transport, productie, aanleg, gebruik, sloop, einde levensduur).
- MKI (B): nadruk op LCA-fase B, door toepassing materieel in Beheerfase (te onderhouden oppervlak, onderhoudsmethode).

Deze twee categorieën zijn los gerapporteerd om onderscheid te bewaren tussen milieu-impact nú en milieu-impact in de toekomst. Hoewel de getallen opgeteld kunnen worden, zijn MKI-waarden die tot wel 25 jaar in de toekomst gebeuren (bijv. onderhoud) veel onzekerder dan MKI-waarden die nú plaatsvinden. Door

zowel autonome ontwikkelingen als actief beleid is het waarschijnlijk dat er andere reducties gerealiseerd (kunnen) worden in MKI (A) dan in MKI (B).

Ingrep (alternatief)	Permanent / tijdelijk effect	Mogelijke effecten	Beoordeeld in aspect / criterium
alle bouwstenen	tijdelijk	emissies door materiaaltoepassing: gehele levensduur	MKI (A)
	permanent	emissies door onderhoud; toename oppervlak of wijziging onderhoudsmethode	MKI (B)

Tabel 5-2 Overzicht van ingreep-effectrelaties voor Duurzaamheid

5.3. Methodiek

Deze paragraaf beschrijft per criterium het bijbehorende studiegebied, de beoordelingsmethodiek en de beoordelingsschaal voor beoordeling.

Criterium 1: MKI (A)

Studiegebied

De effecten op het thema duurzaamheid worden op bouwsteenniveau beoordeeld. Voor de beoordeling op Duurzaamheid is het niet nodig verder onderscheid te maken in welke bouwstenen waar worden toegepast. Milieueffecten worden in de NMD-bepalingsmethodiek ongeacht van hun uitstootlocatie even zwaar gewogen.

Methode

Voor elk van de bouwstenen worden op basis van het ontwerp hoeveelheden bepaald. Op basis van deze hoeveelheden wordt een MKI-berekening op bouwsteen-niveau gemaakt. De MKI-berekening wordt gemaakt conform de NMD-Bepalingsmethode v1.1, maart 2022, over de gehele levensduur (A-D).² Dit is de methode die standaard voor MKI-berekeningen in de Nederlandse bouwsector wordt gehanteerd. Deze MKI wordt berekend, vergeleken en beoordeeld per strekkende meter oeverconstructie.

Als input worden met name categorie 3 gegevens uit de NMD gebruikt gericht op de belangrijkste materialen en processen. Voor materialen zijn dit zand, klei, en de stalen of pvc damwanden. Transport is niet afzonderlijk gemodelleerd, maar standaard transportafstanden zijn meegerekend als onderdeel van de productgegevens. Voor grondtransporten zijn specifieke, realistische waarden gehanteerd (bijvoorbeeld 275 kilometer voor klei). Als standaard gehanteerde brandstof is in overeenstemming met het beleid van WDO Delta HVO gekozen. In enkele gevallen is er geen variant met HVO beschikbaar, dan is er voor diesel gekozen (bijvoorbeeld bulldozer). De hoeveelheden voor materialen zijn gebaseerd op de gemiddelde benodigdheden voor elke bouwsteen. De meegenomen processen zijn het maaien en frezen van de grasmat, graafwerk en grondverplaatsing, het gebruik van bulldozers, en het inzaaien na aanleg.

De vergelijking wordt gemaakt tussen bouwstenen, gegroepeerd per opgave waarbij dezelfde opgaven worden gehanteerd als gepresenteerd in hoofdstuk 2. Indien bouwstenen voor meer dan één opgave functioneel zijn, wordt dit kwalitatief beoordeeld. Bijvoorbeeld de MKI van verticale voorziening kan hoger zijn dan die van binnendijkse steunberm, maar door verticale voorziening wordt

² Stichting Nationale Milieu Database. Bepalingsmethode 'Milieuprestatie Bouwwerken' versie 1.1, maart 2022. <https://milieudatabase.nl/downloads/>

zowel stabiliteit als piping opgelost. MKI voor beide opgaven oplossen kan toch het laagste zijn hoewel deze op individuele basis het slechtst scoort.

Resultaten

De resultaten worden per bouwsteen weergegeven, maar alleen onderling vergeleken per opgave. De reden hiervoor is dat de functie van bouwstenen in andere opgaven verschilt. De resultaten en een verklaring hiervan zijn te vinden in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 geven we een advies over de afweging van de kansrijke alternatieven naar een voorkeursalternatief. De uitgebreide resultaten van de berekening en de gebruikte hoeveelheden zijn te vinden in Bijlage 1.

criterium 2: MKI (B)

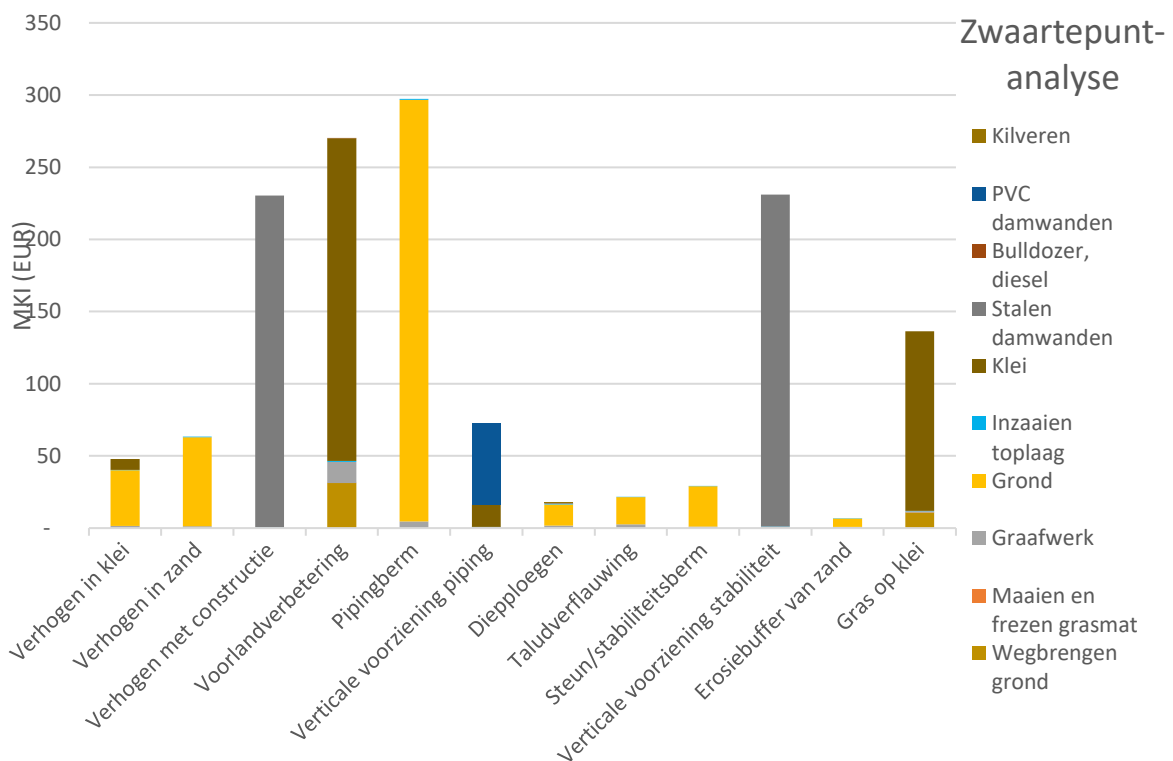
Omdat er niet voldoende informatie beschikbaar is in deze fase van het project om waardevolle resultaten te berekenen voor MKI (B), is die niet meegenomen in de berekening en resultaten in Hoofdstuk 6. Er is wel een kwalitatieve inschatting gemaakt van de wijzigingen in het onderhoud van het areaal, die is te vinden in paragraaf 5.7 van de Beoordeling Doelbereik en Haalbaarheid.

6. MKI-resultaten op bouwsteenniveau

Dit hoofdstuk beschrijft en beoordeelt de effecten van de bouwstenen voor het thema duurzaamheid. Per opgave zijn de bouwstenen met elkaar vergeleken conform het beoordelingskader in Hoofdstuk 5.

6.1. MKI (A) - resultaten

De resultaten van de MKI analyse zijn weergegeven in Afbeelding 6-1 per strekkende meter voor elke bouwsteen. Opvallend is dat de pipingberm de hoogste MKI-waarde heeft, welke bijna volledig afkomstig is van de grote hoeveelheid grond die hiervoor moet worden aangevoerd en verwerkt. Ook de oplossingen waarvoor veel klei benodigd is, en de twee oplossingen met een stalen damwand springen eruit. Voor de overige bouwstenen geldt vooral: hoe meer primaire grond of klei nodig is, hoe hoger de uiteindelijke MKI-waarde. Het inzetten van materieel is over het algemeen veel minder invloedrijk dan de toepassing van grondstoffen. De exacte MKI-waarden zijn te vinden in de onderstaande tabellen, opgedeeld per opgave. Alle hoeveelheden en resultaten, inclusief MKI per activiteit en kilogram CO₂ zijn te vinden in de Bijlage 1.



Afbeelding 6-1 MKI-waarde per strekkende meter voor elke bouwsteen, uitgesplitst naar materiaal/activiteit

Hoogteopgave

Van de bouwstenen voor hoogteopgave heeft 'verhogen met constructie' de hoogste MKI-waarde wat te verklaren is door het gebruik van een stalen damwand om de dijk op te hogen. Bij het verhogen in zand of klei is de MKI-waarde vooral afkomstig van het gebruik van grond en klei. Door de toepassing van klei is in totaal minder grond nodig dan bij verhogen in zand, waardoor die een lager resultaat heeft. Dit komt door een verschil in kruinbreedte bij het

toepassen van zand. De transportafstand van zand is aangenomen als 25 kilometer per as, en van klei als 250 kilometer per binnenvaartschip gevolgd door 25 kilometer per as.

Bouwsteen	Criterium	MKI
Verhogen in klei	Emissies door toepassing materialen, grond.	48,-
Verhogen in zand	Emissies door toepassing materialen, grond.	63,-
Verhogen met constructie	Emissies door toepassing materialen, grond.	230,-

Tabel 6-1 Overzicht effecten bouwstenen hoogteopgave

Piping

Voorlandverbetering en pipingberm hebben een aanzienlijk hogere MKI-waarde dan diepploegen en verticale voorziening. Deze hebben allebei grote hoeveelheden materiaal nodig. Bij voorlandverbetering komen de milieukosten met name van het verwijderen en wegbrengen van grond en het aanvoeren van klei. Bij de pipingberm komt dit door het aanvoeren van grond. Bij verticale voorziening wordt gebruik gemaakt van een PVC damwand, wat scheelt in de MKI ten opzichte van een stalen damwand zoals bij de stabiliteitsopgave wordt gebruikt. Diepploegen heeft hier de kleinste impact doordat weinig nieuwe materialen hoeven worden aangevoerd.

Bouwsteen	Criterium	MKI
Voorlandverbetering	emissies door toepassing materialen, grond.	270,-
Verticale voorziening	emissies door toepassing materialen, grond.	73,-
Pipingberm	emissies door toepassing materialen, grond.	297,-
Diepploegen	emissies door toepassing materialen, grond.	18,-

Tabel 6-2 Overzicht effecten bouwstenen piping

Stabiliteit

De stalen damwand bij verticale voorziening heeft hier de grootste MKI-waarde, net als bij de hoogteopgave. Voor taludverflauwing en de stabiliteitsberm komt de MKI van de toepassing van grond, maar beide bouwstenen hebben een beperkte hoeveelheid materiaal nodig en daardoor een relatief lage MKI-waarde.

Bouwsteen	Criterium	MKI
Taludverflauwing	Emissies door toepassing materialen, grond.	22,-
Steun/stabiliteitsberm	Emissies door toepassing materialen, grond.	29,-
Verticale voorziening	Emissies door toepassing materialen, grond.	231,-

Tabel 6-3 Overzicht effecten bouwstenen stabiliteit

Bekleding

Het verschil tussen de erosiebuffer van zand en gras op klei is aanzienlijk, bijna factor 20. Bij de erosiebuffer van zand wordt 1,5 m³ zand per strekkende meter dijk toegevoegd, wat de MKI-score beperkt houdt. De oplossing in klei vereist eerst het afgraven en afvoeren van gemiddeld 12 m³ grond, die daarna wordt aangevuld met 20 m³ nieuwe klei. Er is dus meer materiaal nodig voor de oplossing 'gras op klei', en aangezien de klei in deze berekening uit België vervoerd wordt terwijl het zand lokaal gewonnen wordt, is er een groot verschil terug te zien in de MKI-waarde.

Bouwsteen	Criterium	MKI
Erosiebuffer van zand	Emissies door toepassing materialen, grond.	7,-
Gras op klei	Emissies door toepassing materialen, grond.	136,-

Tabel 6-4 Overzicht effecten bouwstenen bekleding

6.2. Mogelijkheden tot optimalisatie

Uit de zwaartepuntanalyse in Afbeelding 6-1 is te zien dat een aantal producten of grondstoffen duidelijk het meest bijdragen aan de milieukosten. Optimalisatie (vermindering) van deze producten zou dus tot de grootste verlaging van de MKI-waarde kunnen leiden. Deze paragraaf beschrijft per bouwsteen de belangrijkste optimalisatiemogelijkheden:

- Verhogen klei:
 - Minimaliseren hoeveelheid toe te passen klei (massa)
 - Toepassen secundaire (vrijkomende) klei uit de buurt
 - Primaire klei inkopen uit lokale(re) bronnen (minimaliseer transportafstand)
 - Transport klei uitvoeren met duurzame alternatieven (schip, trein, elektrische vrachtwagens)
 - Emissieloze bouwmachines toepassen
- Verhogen zand:
 - Zie 'verhogen klei', (waarbij 'klei' vervangen door 'zand')
- Verhogen constructie:
 - Minimaliseren toe te passen damwand (massa)
 - Hergebruikte damwanden toepassen
 - Duurzame alternatieve damwanden toepassen, bijvoorbeeld geproduceerd uit gerecycled staal
 - Emissieloze bouwmachines toepassen
- Voorlandverbetering:
 - Zie 'verhogen klei'
- Pipingberm:
 - Zie 'verhogen klei' (waarbij 'klei' vervangen door 'grond')
- Verticale voorziening piping:
 - Minimaliseren hoeveelheid toe te passen damwand (massa)
 - Hergebruikte (PVC) damwanden toepassen
 - Duurzame alternatieve damwanden toepassen, bijvoorbeeld geproduceerd uit gerecycled PVC
 - Emissieloze bouwmachines toepassen
- Diepploegen:
 - Minimaliseren diepploegen/brandstofverbruik
 - Emissieloze bouwmachines toepassen
- Taludverflauwing:
 - Zie 'verhogen klei' (waarbij 'klei' vervangen door 'grond')
- Stabiliteitsberm:
 - Zie 'verhogen klei' (waarbij 'klei' vervangen door 'grond')
- Verticale voorziening stabiliteit:
 - Zie 'verhogen constructie'
 - Het verschil met de grondoplossingen voor stabiliteit is echter dusdanig groot dat dit de conclusie van de afweging niet zal veranderen.
- Erosiebuffer:
 - Zie 'verhogen klei' (waarbij 'klei' vervangen door 'zand')
- Gras op klei:
 - Zie 'verhogen klei'

7. Afweging kansrijke alternatieven

De MKI-berekeningen zijn op bouwsteenniveau uitgevoerd. Dit hoofdstuk vertaalt de MKI per strekkende meter per bouwsteen naar een beoordeling op het niveau van de kansrijke alternatieven, per deeltraject. Dit is weergegeven in Tabel 7-1. Kansrijk Alternatief X is in bijna alle deeltrajecten de duurzamere optie, maar voor een paar deeltrajecten is dit niet het geval.

De kansrijke alternatieven zijn beschreven in het hoofdrapport MER, paragraaf 6.3 t/m 6.25.

Deeltraject		Opgave	KA-X	KA-Z
1A	Rechterensedijk – A	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Voorlandverbetering - veel hogere MKI-waarde: 270, dus 15x zo hoog als voor KA-X
1B	Rechterensedijk – B	Piping	Voorlandverbetering - MKI-waarde van 270, dus bijna 4x zo hoog als voor KA-Z	Verticale voorziening - laagste MKI-waarde: 73
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
2	Poppenallee	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Verticale voorziening - MKI-waarde: 73, dus circa 4x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
3	Recreatiewoningen Zuidelijke Vechtdijk	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Pipingberm - MKI-waarde 297, circa 17x zo hoog als voor KA-X
4	Zuidelijke Vechtdijk	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	I Voorlandverbetering II Verticale voorziening MKI respectievelijk circa 15x en circa 4x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
5	De Maatgraven	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Verticale voorziening - MKI-waarde: 73, dus circa 4x zo hoog als voor KA-X
		Hoogte	Kruinverhoging (binnenwaarts) - MKI-waarde: 48 bij klei en 63 bij zand	Kruinverhoging (binnenwaarts) - MKI-waarde: 48 bij klei en 63 bij zand
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
6	Berkum	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Verticale voorziening - MKI-waarde: 73, dus circa 4x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
7A	Bruggenhoek-Agnietenberg – A	Stabiliteit	Taludverflauwing - laagste MKI-waarde: 22	Verticale voorziening - MKI-waarde: 231, circa 10x zo hoog als voor KA-X

Deeltraject		Opgave	KA-X	KA-Z
7B	Bruggenhoek-Agnietenberg – B	Hoogte	Kruinverhoging - MKI-waarde: 48 bij klei en 63 bij zand	Kruinverhoging - MKI-waarde: 48 bij klei en 63 bij zand
7C	Bruggenhoek-Agnietenberg – C - Special	Hoogte	I: verleggen ligging kering via hoge grond en ophogen fietspad - geen standaardbouwsteen, dus geen MKI bekend	II: verhoging huidige kering over de camping - geen standaardbouwsteen, dus geen MKI bekend
8	Langenholte	Hoogte	Kruinverhoging (binnenwaarts) - MKI-waarde: 48 bij klei en 63 bij zand	Kruinverhoging (binnenwaarts) - MKI-waarde: 48 bij klei en 63 bij zand
		Stabiliteit	Steunberm - laagste MKI-waarde: 29	Verticale voorziening - MKI-waarde: 231 circa 8x zo hoog als voor KA-X
		Piping	Verticale voorziening: MKI-waarde van 73	Verticale voorziening: MKI-waarde van 73
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
9	Dalfsen Oostelijke Vechtkade	-	-	-
10A	Dorpskern Dalfsen-Rioolwaterzuivering – A	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Pipingberm - MKI-waarde: 297, circa 17x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
10B	Dorpskern Dalfsen-Rioolwaterzuivering – B	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Verticale voorziening - MKI-waarde: 73, dus circa 4x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
11	Rioolwaterzuivering-Vechterweerd-De Broekhuizen	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Verticale voorziening - MKI-waarde: 73, dus circa 4x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
12	Hessenweg-De Broekhuizen	Piping	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Voorlandverbetering - MKI-waarde: 270, circa 15x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
13	Hessenweg-Spoorwegovergang	Piping (alleen subdeeltraject II)	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Verticale voorziening - MKI-waarde: 73, dus circa 4x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
14	Spoorbrug-A28	Piping (alleen subdeeltraject I)	Diepploegen - laagste MKI-waarde: 18	Voorlandverbetering - MKI-waarde 270, circa 15x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
15	Jachthaven	Hoogte	Kruinverhoging (binnenwaarts) - MKI-waarde: 48 bij klei en 63 bij zand	Kruinverhoging (binnenwaarts) - MKI-waarde: 48 bij klei en 63 bij zand
		Piping	Verticale voorziening – MKI-waarde: 73	Verticale voorziening – MKI-waarde: 73

Deeltraject		Opgave	KA-X	KA-Z
16A	Haerst – A	Stabiliteit	Taludverflauwing - laagste MKI-waarde: 22	Verticale voorziening - MKI-waarde: 231, circa 10x zo hoog als voor KA-X
		Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
		Piping	Voorlandverbetering – MKI-waarde: 270, iets hoger dan voor verticale voorziening	Verticale voorziening - laagste MKI-waarde: 231
		Stabiliteit (alleen subdeeltraject I)	Taludverflauwing - laagste MKI-waarde: 22	Verticale voorziening - MKI-waarde: 231, circa 10x zo hoog als voor KA-X
16B	Haerst – B	Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Gras op klei - MKI-waarde 136, circa 19x zo hoog als voor KA-X
		Hoogte	Kruinverhoging (buitenwaarts) - laagste MKI-waarde: 48 bij zand en 63 bij klei	Verticale voorziening - MKI-waarde: 230, circa 4-5x zo hoog als voor KA-X (afhankelijk van gebruik zand of klei voor verhoging in KA-X)
16C	Haerst – C	Bekleding	Gras op klei - MKI-waarde 136	Gras op klei - MKI-waarde 136
		Hoogte	Kruinverhoging (binnenwaarts)	Kruinverhoging (binnenwaarts)
		Stabiliteit	Taludverflauwing - laagste MKI-waarde: 22	Verticale voorziening - MKI-waarde: 231, circa 10x zo hoog als voor KA-X
17	De Zijkolk - geen vergelijking mogelijk omdat voor Y (dijkverlegging) geen MKI is bepaald.	Bekleding	Erosiebuffer van zand - laagste MKI-waarde: 7	Verticale voorziening (MKI-waarde gebaseerd op verticale voorziening voor verhoging: 230)
		Hoogte	X - Kruinverhoging (binnenwaarts) MKI-waarde: 63 bij zand en 48 bij klei	Z - Verticale voorziening - MKI-waarde: 230- geen
		Stabiliteit	Taludverflauwing - laagste MKI-waarde: 22	Verticale voorziening - MKI-waarde: 231, circa 10x zo hoog als voor KA-X
				Y - Dijkverlegging binnendijks (zand) - geen standaardbouwsteen, dus geen MKI bekend Dijkverlegging binnendijks (zand) - geen standaardbouwsteen, dus geen MKI bekend Dijkverlegging binnendijks (zand) - geen standaardbouwsteen, dus geen MKI bekend

Tabel 7-1 Afweging kansrijke alternatieven per deeltraject op basis van de MKI per strekkende meter per bouwsteen. Groene alternatieven zijn de in vergelijking duurzamere opties vergeleken met de oranje alternatieven.

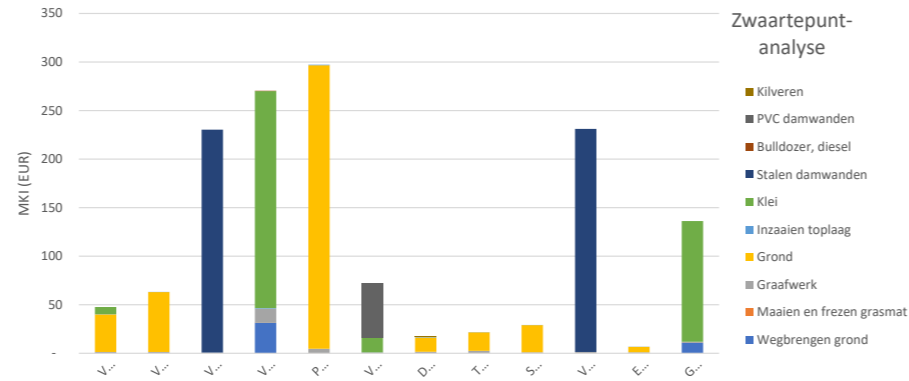
Het is mogelijk de verticale voorziening voor verschillende opgaven tegelijkertijd in te zetten. Echter is zelfs in het gunstigste geval, bij de opgave stabiliteit, de MKI-waarde van de verticale voorziening grofweg 5x zo hoog. In de meeste gevallen is de MKI zelfs 10x zo hoog als de andere bouwsteen. Het is dus te verwachten dat de verticale voorziening zelfs wanneer deze verschillende opgaven in één keer verhelpt, niet het gunstigste uitkomt qua MKI.

MKI- en CO2-berekening Template v1.0

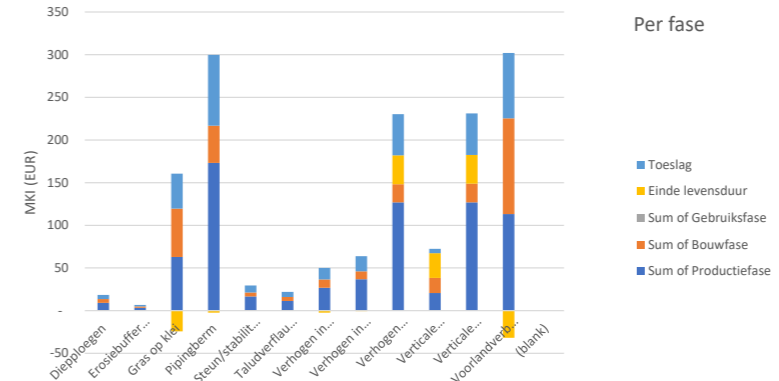
Projectnaam:	Template v1.0
Datum:	21-12-2022
Datum NMD:	21-12-2022
Vigerende bepalingsmethode:	NMD Bepalingsmethode versie 1.1, maart 2022
Ecoinvent versie bepalingsmethode:	ecoinvent 3.6
Opsteller:	<naam>
Controleur:	<naam>
Projectlevensduur (jaar):	50
Incl. 30% toeslag:	ja

Materialen top 10	MKI (EUR)	CO2 (kg)	% (MKI)
Ophoogmateriaal, zand, 25km per as HVO	460	4.125	32%
Stalen damwanden, permanent toegepast in een c	459	3.558	32%
Ophoogmateriaal, klei, 250km binnenvaart 25km p	371	4.697	26%
ROwat PVC damwand	56	631	4%
Ophoogmateriaal, grond	42	1.036	3%
Grond, werk met werk maken geen intern transpo	32	343	2%
Aanleg, inzaaien gras A1-A5	3	30	0%
Graafmachine, cat. IV, HVO	1	5	0%
Bulldozer (diesel)	1	8	0%
Maaien met tractor, diesel	0	1	0%
Overige materialen	0	-	0%
Totaal	1.425	14.434	100%

Datacategorie	MKI (EUR)	CO2 (kg)	% (MKI)
Cat.1	56	631	4%
Cat.3 (30%)	1.369	13.803	96%
Totaal	1.425	14.434	100%



Eenheid	Zwaartepuntanalyse	MKI (EUR)	CO2 (kg) % (MKI)
m3	Diepploegen	18	166 1%
m2	Erosiebuffer van zand	7	62 0%
m1	Gras op klei	136	1.854 10%
m2	Pipingberm	297	2.676 21%
m3	Steun/stabiliteitsberm	29	264 2%
m3	Taludverflauwing	22	200 2%
m2	Verhogen in klei	48	458 3%
uur	Verhogen in zand	63	570 4%
uur	Verhogen met constructie	230	1.785 16%
uur	Verticale voorziening piping	73	835 5%
uur	Verticale voorziening stabiliteit	231	1.794 16%
uur	Voorlandverbetering	270	3.771 19%
	Totaal	1.425	14.434 100%



Per fase	Sum of Produ	Sum of Bouwfas	Sum of Gebruiks	Einde levensduur	Toeslag	Totaal
Diepploegen	9	4	-	-0	5	18
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	1	-	-	0	2
Grond	9	2	-	-0	4	15
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	1
Bulldozer, diesel	-	0	-	-	0	0
Kilveren	-	0	-	-	0	0
Graafmachine, c2	-	1	-	-	0	1
Erosiebuffer van za	3	2	-	-0	2	7
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	1	-	-	0	1
Grond	3	1	-	-0	2	6
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Gras op klei	63	57	-	-24	41	136
Wegbrengen grc	-	-	-	11	-	11
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	1	-	-	0	1
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Klei	63	56	-	-35	41	124
Pipingberm	173	44	-	-2	83	297
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	4	-	-	1	5
Grond	173	40	-	-2	82	292
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	1
Steun/stabiliteitsbe	17	5	-	-0	8	29
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	1	-	-	0	1
Grond	17	4	-	-0	8	28
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Taludverflauwing	11	5	-	-0	6	22
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	2	-	-	1	3
Grond	11	3	-	-0	5	19
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Verhogen in klei	27	10	-	-2	14	48
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	1	-	-	0	1
Grond	23	5	-	-0	11	39
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Klei	4	3	-	-2	2	7
Verhogen in zand	37	9	-	-0	18	63
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	1	-	-	0	1
Grond	37	8	-	-0	17	62
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Verhogen met cons	127	21	-	34	48	230
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	0	-	-	0	1
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Stalen damwand	127	21	-	34	48	230
Verticale voorzieni	21	18	-	29	5	73
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	1	-	-	0	1
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Klei	8	7	-	-4	5	15
PVC damwanden	13	10	-	33	-	56
Verticale voorzieni	127	22	-	34	49	231
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	1	-	-	0	1
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	0
Stalen damwand	127	21	-	34	48	230
Voorlandverbeterir	113	112	-	-32	77	270
Wegbrengen grc	-	-	-	31	-	31
Maaien en frezer	-	0	-	-	0	0
Graafwerk	-	11	-	-	3	15
Inzaaien toplaag	0	0	-	-	0	1
Klei	113	101	-	-63	73	223
Bulldozer, diesel	-	0	-	-	0	0
Totaal	728	308	-	35	354	1.425

